

AI

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3831627 A1**

②① Aktenzeichen: P 38 31 627.7  
②② Anmeldetag: 17. 9. 88  
④③ Offenlegungstag: 22. 3. 90

⑤① Int. Cl. 5:  
**B23P 15/14**  
B 23 F 19/00  
F 16 H 55/02  
F 16 H 55/17

DE 3831627 A1

⑦① Anmelder:  
Bursig, Ernest, Nakło Sl., PL

⑦④ Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

⑦② Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

⑤④ **Verfestigung von Zahnrädern**

Die Verfestigungsmethode der Zahnräder mit Außen- oder Innenverzahnung, die in üblicher Weise, maßgerecht fertiggestellt wurden, beruht auf dem Einpassen und Verbinden durch Kleben, Löten und Schweißen, besonders Elektronen- und Laserstrahlschweißen von ein- oder mehrteiligen Abstützringen, die in speziell dafür vorgesehene, am Radumfang eingeschnittene Rillen eingesetzt werden. Diese Abstützringe verkürzen die freie Länge der Zähne und bewirken, daß bei der Festigkeitsberechnung die Zähne als einseitig im Radkörper eingespannte und zusätzlich ein- oder beiderseitig abgestützte Platten betrachtet werden können. Dadurch wird eine beträchtliche Erhöhung der Zahnfußfestigkeit erreicht, die noch durch Verteilung der Außenbelastung auf mehrere Nachbarzähne zu einer weiteren Steigerung der Übertragungsleistung des Zahnrades führt. Jedoch bei unveränderter Zahnaußenbelastung ergibt sich eine Verminderung der Zahnkopfdurchbiegung, was sich positiv auf den Gleichlauf, die dynamischen Zusatzkräfte, den Schalldruck der im Eingriff befindlichen Zähne, auswirkt.

DE 3831627 A1

Die Erfindung betrifft eine Verfestigung der Zähne von außen- und innenverzahnten Zahnrädern nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Zähne der Zahnräder mit Außen- und Innenverzahnung werden bei der Festigkeitsberechnung auf Biegung nach dem allgemein bekannten Modell einer einseitig im Radkörper eingespannten Platte, berechnet. Dies ist auch bedingt durch die Zahnherstellungsweise, die eine Fertigung aus dem vollen Radkörper oder Welle durch Längsbewegungen des Werkzeuges in Zahnrichtung vorsieht, wobei ein freier Durchgang oder Auslauf dieser Werkzeuge vorausgesetzt wird. Zwar gibt es auch Zahnräder, vor allem Ritzelwellen mit kleinen Zähnezahlen, die aus dem Vollen gefräst und eventuell geschliffen werden deren übergroße Zahnlänge auf den Auslauf der Verzahnwerkzeuge zurückzuführen ist, die eine zwei- oder dreiseitige Einspannung der Zähne bewirken. Da aber die Einspannstellen weit entfernt von der Angriffsstelle der Zahnkräfte liegen, haben sie einen sehr geringen Einfluß auf die Biegefestigkeit der Zähne und werden deshalb in der Festigkeitsberechnung nicht berücksichtigt. (Fundstellen: 1. Fachbuch Niemann G. "Maschinenelemente" Band 2 "Getriebe" Seite 84 Springer Verlag 1965; 2. Fachbuch "MAAG-Taschenbuch" Berechnung und Herstellung von Verzahnungen in Theorie und Praxis Seite 117 Zürich 1985; Zeitschrift "Antriebstechnik" Jahrgang 1984 Heft Nr. 3 Seite 53).

Durch diese kragarmartige Ausbildung des Zahnes und dadurch bedingt die Annahme einer einseitigen Einspannung des Berechnungsmodells entstehen große Spannungen im Zahnfuß und Durchbiegungen des Zahnkopfes, die auf den Gleichlauf der im Eingriff befindlichen Räder, deren dynamische Zusatzkräfte und den Schallpegel einen großen Einfluß haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch in unmittelbarer Nähe der Zahnkrafteinleitung angebrachte ein- oder beiderseitige, zusätzliche Abstützungen der Zähne, eine Änderung des Berechnungsmodells und dadurch eine Verfestigung der Zähne zu erreichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Zähne der Zahnräder mit Hilfe der allgemein üblichen Herstellungsverfahren, inbegriffen Wärmebehandlung und Vermessung, fertiggestellt werden. Die Zahnradrohlinge weisen jedoch an einem oder beiderseitigen Zahnausläufen sowie bei größeren Zahnängen, in bestimmten Abständen des Zahnradumfangs, entsprechende eingeschnittene Ansätze oder Rillen. Die Rillen können einen rechteckigen oder trapezförmigen Querschnitt aufweisen. In diese Ansätze oder Rillen werden separat angefertigte, dünnwandige, ein- oder mehrteilige Abstützringe eingepaßt. Ihr Außen- und Innendurchmesser sollte am besten mit dem Kopf- und Fußkreisdurchmesser des Zahnrades übereinstimmen, wobei besonders bei außenliegenden Abstützringen Abweichungen von diesen vorgeschlagenen Maßen möglich sind. Alle Abstützringe müssen eine hohe Umfangfestigkeit aufweisen, damit sie die Reaktionskräfte sicher ableiten können. Sie werden nach dem Einpassen in die vorher eingeschnittenen Rillen oder Ansätze mit den angrenzenden Zahnquerschnitten durch Kleben, Löten oder Schweißen fest verbunden. Bei dem letztgenannten Verfahren, um mögliche Struktur- und Geometrieabweichungen der aus Stahl gefertigten Zähne so klein wie nur möglich zu halten, sollte auf Elektronenstrahl- oder Laserschweißung übergegangen werden. Um beim Kleben den benötigten Anpreßdruck der zu

verbindenden Teile zu erreichen, sollte man bei den auf der Zahnlänge eingebrachten Abstützringen auf im Querschnitt trapezförmige Rillen und Ringe übergehen.

Dieses Verfestigungsverfahren kann sowohl auf außen- als auch innenverzahnte Zahnräder angewandt werden.

Auf diese Weise erhält man ein Zahnrad mit verkürzten Zahnängen und Zähnen, die bei ihrer Festigkeitsberechnung als einseitig im Radkörper eingespannte und zusätzlich ein- oder beiderseitig abgestützte Platten betrachtet werden können. Dadurch wird eine beträchtliche Steigerung der Zahneigenfestigkeit erreicht. Sie wird noch zusätzlich durch Verteilung der Zahnaußenbelastung auf mehrere Nachbarzähne vergrößert. Dadurch erreicht man, bei unveränderter Zahnbelastung, eine Verringerung der Zahnkopfdurchbiegung, was sich positiv auf den Gleichlauf, die dynamischen Zusatzkräfte, den Schallpegel sowie auf den Schmierfilmbau an den Zahnausläufen, auswirkt. Diese positiven Aspekte der Verfestigung ermöglichen auch eine breitere Anwendung solcher Zahnradwerkstoffe, die durch ihre Sprödigkeit oder zu große Elastizität eine begrenzte Verwendung fanden, z. B. Grauguß, Kunststoffe.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 Außenverzahntes, verfestigtes Stirnzahnrad.

Fig. 2 Innenverzahntes, verfestigtes Zahnrad.

Fig. 3 Einstufiges Umlaufgetriebe mit einem verfestigten Planetenradsatelliten.

Fig. 4 Planetenradsatellit mit rechteckiger Innenrille für anzuschweißenden Abstützring.

Fig. 5 Planetenradsatellit mit trapezförmiger Innenrille für anzuklebenden Abstützring.

Im Ausführungsbeispiel das in Fig. 1 gezeigt wird und ein Zahnradritzel im Querschnitt und in Verzahnung mit einem außenverzahnten Gegenrad darstellt, bedeuten: (1) verfestigte Zahnradritzelwelle, (2) Gegenzahnrad, (3) Zähne des Ritzels, (4) einteilige Abstützringe, (5) zweiteilige Abstützringe, (6) eingeschnittene Rillen im Gegenrad.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist aus Fig. 2 ersichtlich und zeigt ein verfestigtes, innenverzahntes Holrad. Darin bedeutet: (1) verfestigtes Holrad, (2) Gegenzahnrad, (3) Zähne des Holrades, (4) einteiliger Abstützring, (5) mehrteilige Abstützringe, (6) eingeschnittene Rillen im Gegenrad.

Noch ein anderes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt und betrifft die Verfestigung eines Planetenradsatelliten, der bekanntlich durch wechselseitige Belastung der Zähne maßgebend für die Dimensionierung des gesamten Getriebes ist. Es bedeuten dort: (1) Getriebegehäuse, (2) Sonnenradritzel, (3) verfestigter Zahnradsatellit, (4) einteilige Abstützringe, (5) mehrteilige Abstützringe, (6) eingeschnittene Rillen in Gegenrädern, (7) geteiltes Holrad, (8) Abtriebswelle.

In Fig. 4 wird ein Planetenradsatellit vor dem Einschweißen des Innenabstützringes dargestellt. Darin bedeutet: (3') das zu verfestigende Zahnrad, (9) Ansätze für außenliegende, einteilige Abstützringe, (10) eingeschnittene Rille für anzuschweißenden, mehrteiligen Innenabstützring.

In Fig. 5 wird ein Planetenradsatellit vor dem Einkleben des Innenabstützringes dargestellt. Es bedeutet dort: (3') das zu verfestigende Zahnrad, (9) Ansätze für außenliegende, einteilige Abstützringe, (11) eingeschnittene Rille für anzuklebenden, mehrteiligen Innenabstützring.

## Patentansprüche

1. Die Zähne einer außen- oder innenverzahnten und mit bekannten Fertigungsmethoden maßgerecht hergestellten Verzahnung können eine Verfestigung erfahren, die **dadurch gekennzeichnet**, daß an einem oder beiderseitigen Zahnauslauf und bei größeren Zahnängen auch in bestimmten Zahnängenabständen am Radumfang Rillen (10) oder (11) und Ansätze (9) eingeschnitten werden, in die entsprechende, dünnwandige Abstützringe (4), (5) eingepaßt und mit den anliegenden Zahnquerschnitten durch Kleben, Löten oder Schweißen fest miteinander verbunden werden.

2. Die Verfestigung der Zähne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in bestimmten Zahnängenabständen eingepaßten Abstützringe (5) mehrteilig ausgeführt worden sind.

3. Die Verfestigung der Zähne nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Abstützringe (4) und (5) etwa gleich der Höhe der verfestigten Zähne ist.

4. Die Verfestigung der Zähne nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Kleben zu verbindenden mehrteiligen Abstützringe (5) am besten einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen und in entsprechende eingeschnittene Rillen (11) unter einen gewissen Anpreßdruck eingeklebt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

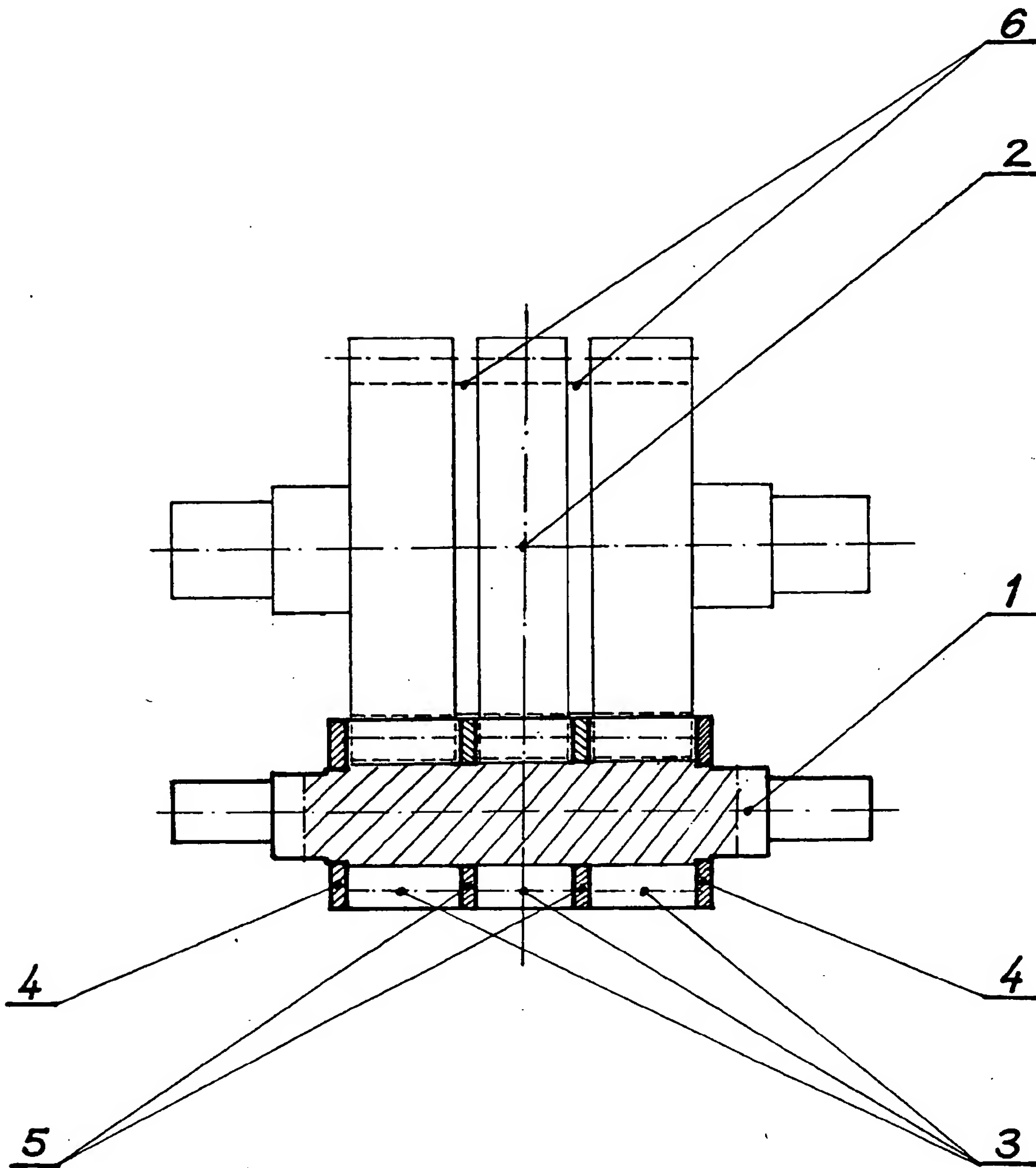


Fig. 1

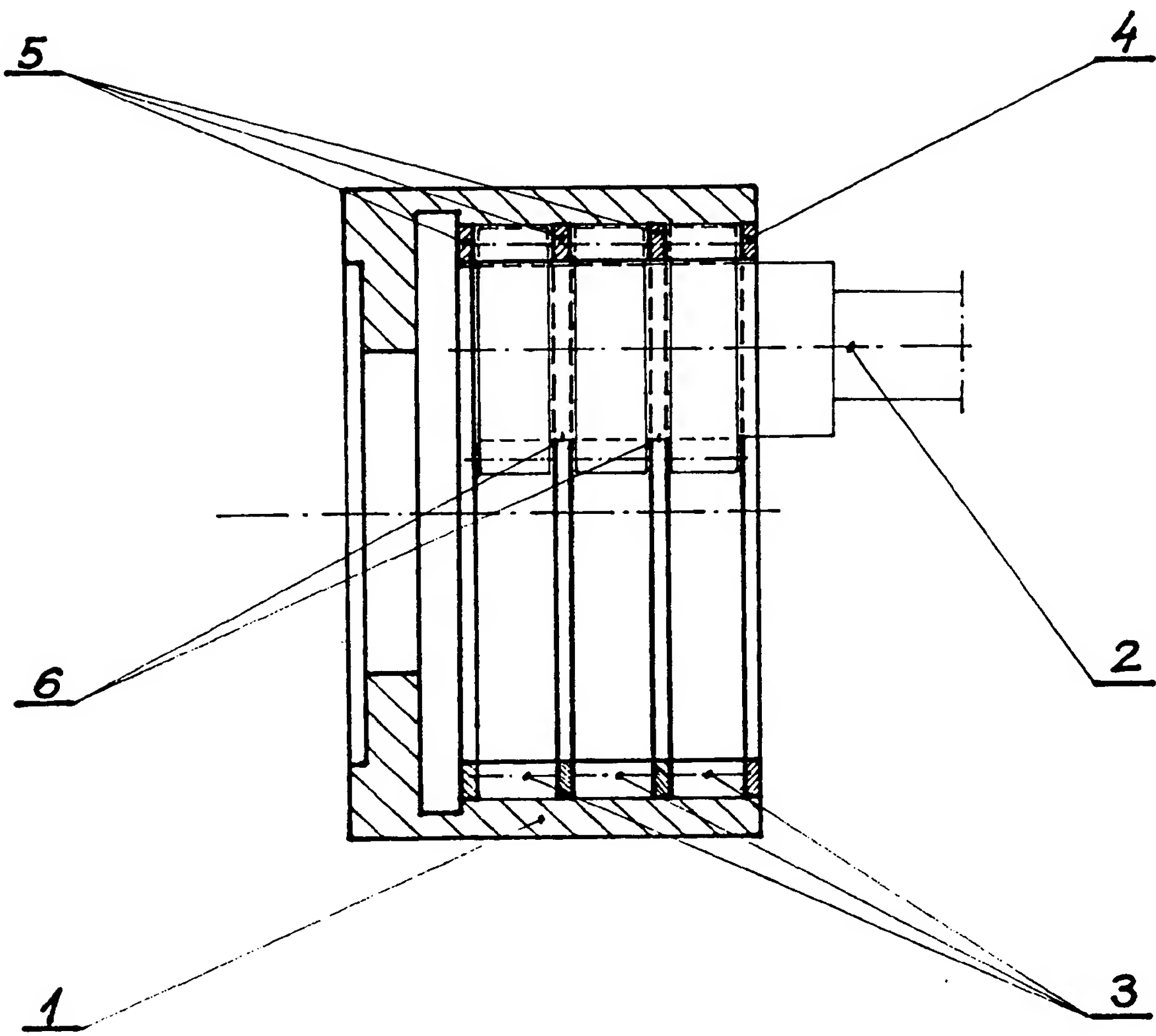


Fig. 2

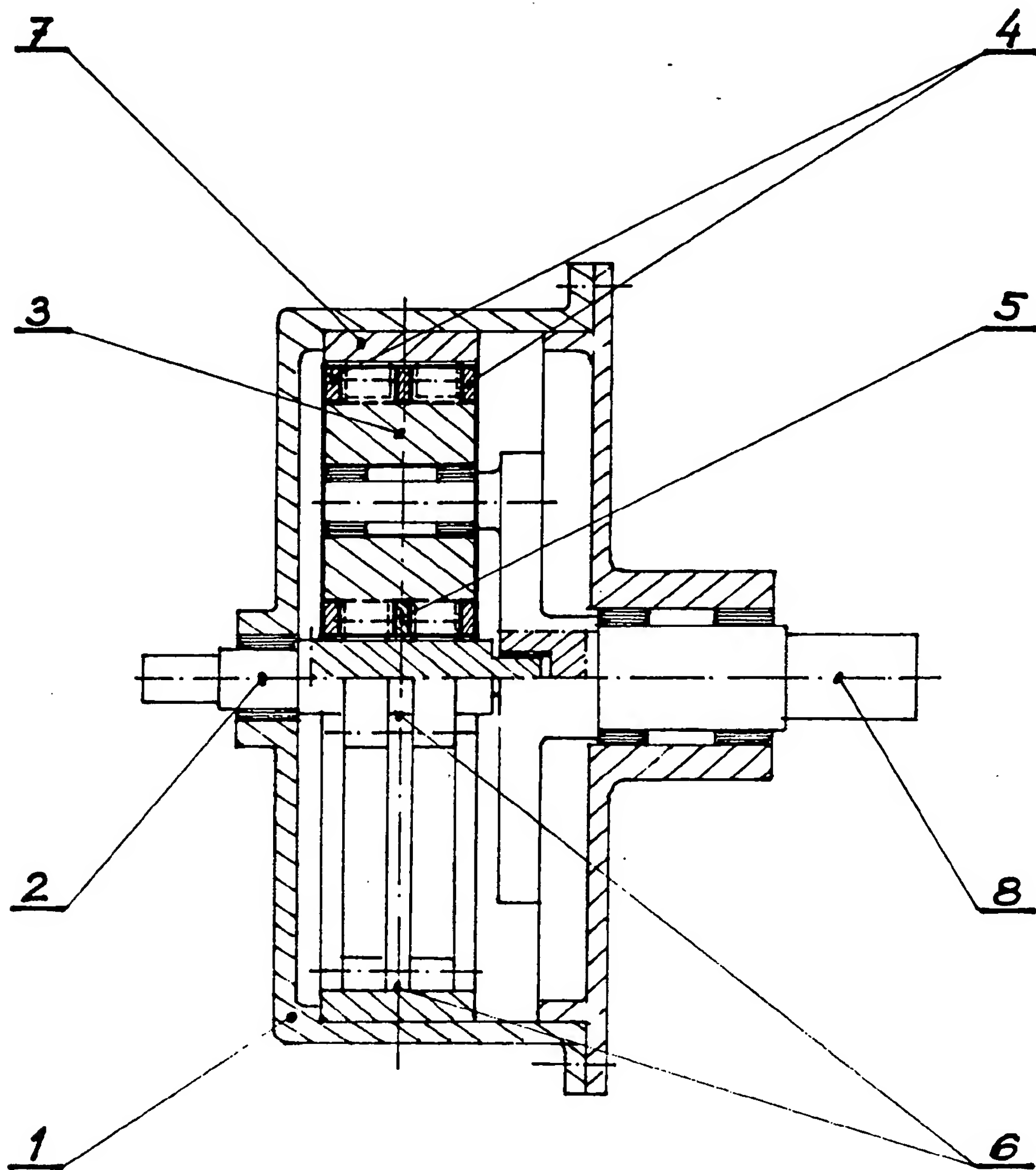


Fig. 3

Fig. 4

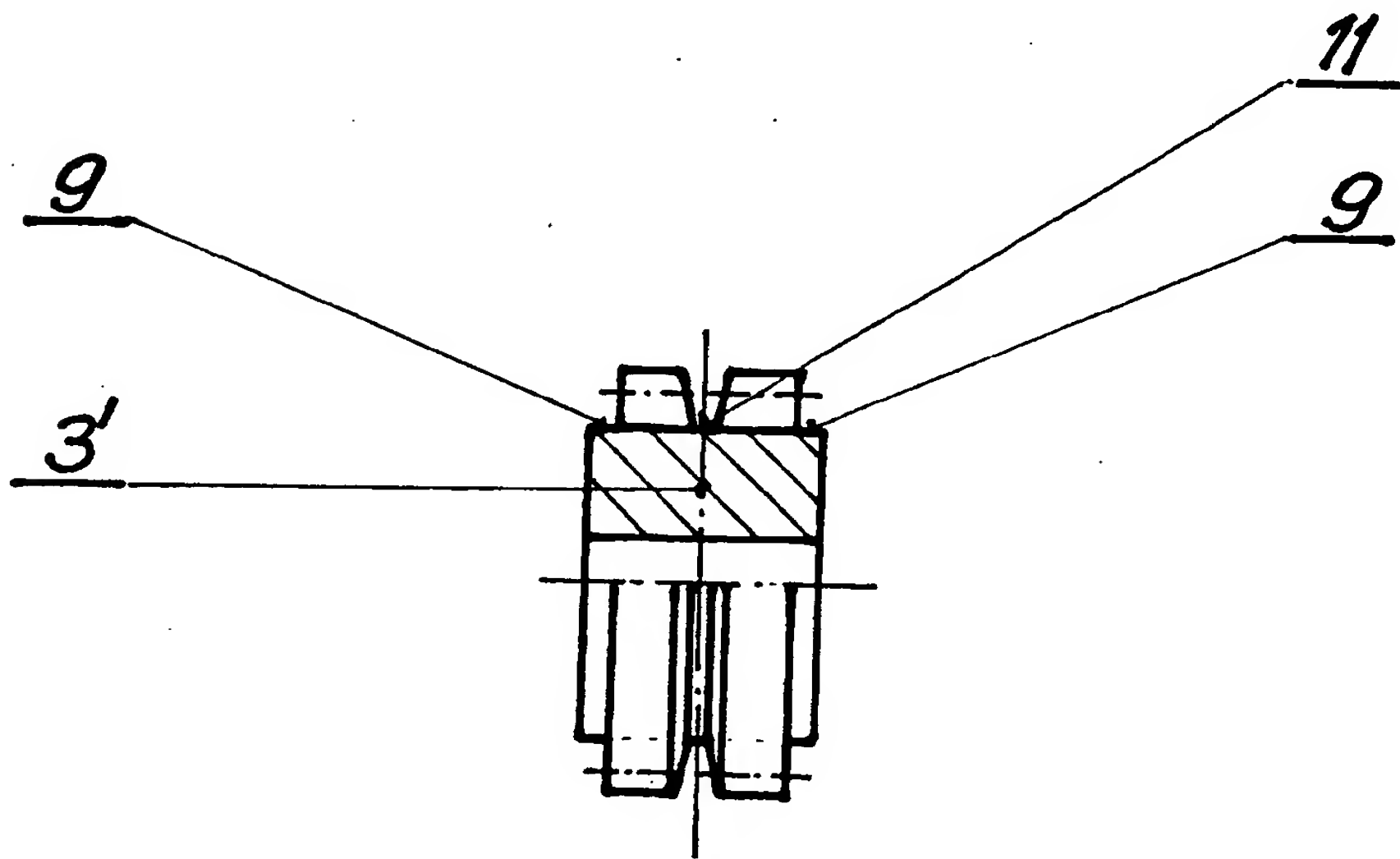
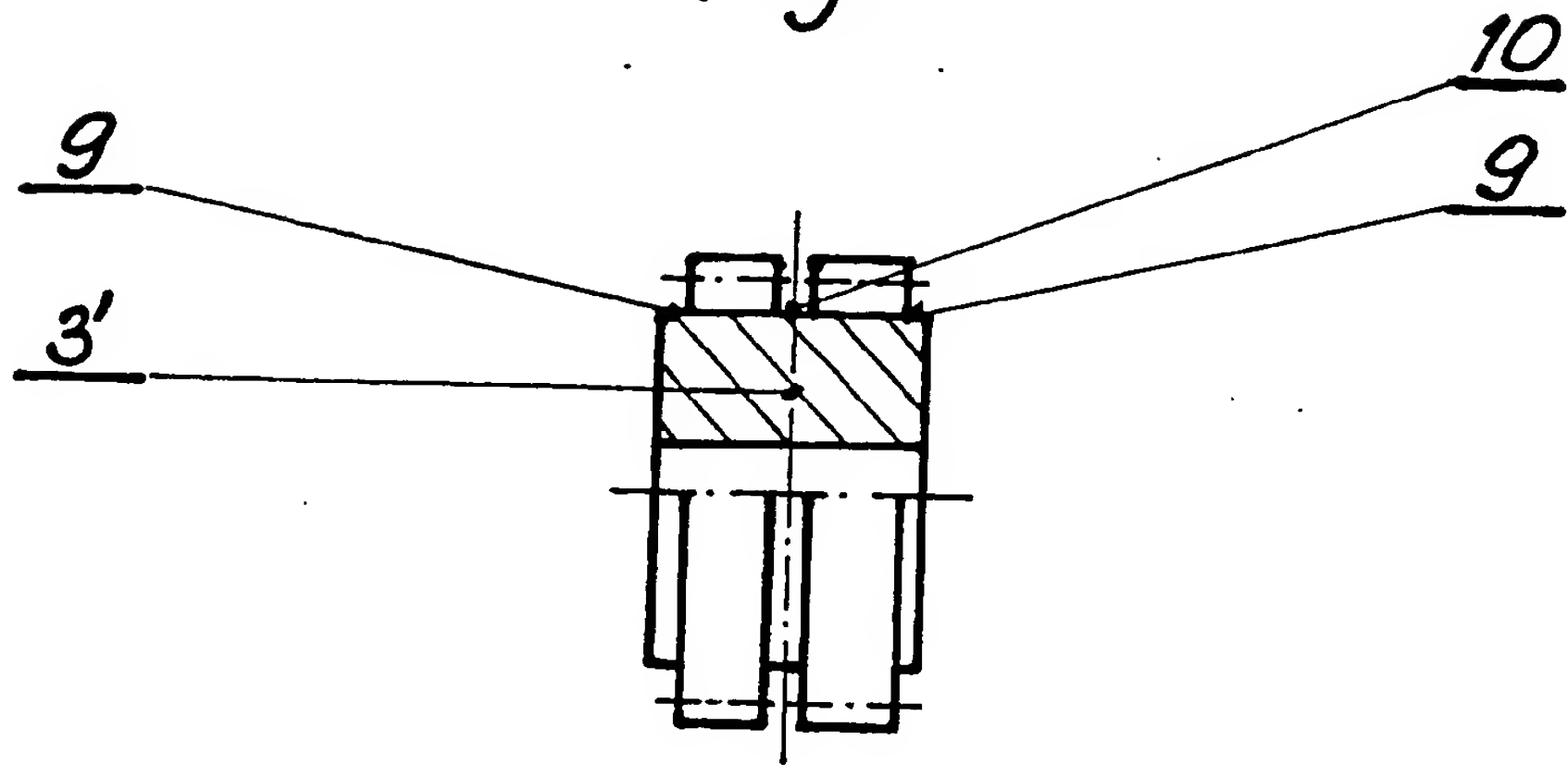


Fig. 5